根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊：265～281（1994）

不同山藥品系之生產與品質研究

劉新裕 王昭月 宋麗梅 徐原田
台灣省農業試驗所

摘　　要

優良種原之引進爲本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。在已蒐集之90品系中，有40個爲*D. alata*品系，其中70W04及70W05特具生產潛力，此二品系之公頃產量可達40t/ha以上；具30t/ha以上生產力的有10品系，如山藥台農1號及70W01等；另有4品系之產量在20t/ha以上。在23個*D. alata* var. *purpurea*品系中，較具生產潛力的爲70R01及70R08，二品系之公頃產量可達23t/ha以上。在6個*D. esculenta*品系中，71W19有29t/ha之生產潛力。71W14爲5個*D. rotundata*品系中較高產之品系，有22t/ha之產量。除了未經種原鑑定之10品系外，在其他山藥物種中，較具高產潛力的爲*D. bulbifera*之71W21，產量可達25t/ha。屬於*D. alata*之山藥台農1號及70W04之塊莖肉部色白，屬於*D. alata* var. *purpurea*之70R01則色紫紅，三品系同具高產傾向。由台中地區經三個連續栽培年度及1992年在三個不同地區之產量比較結果可知，70W04及山藥台農1號同具31t/ha以上之高產表現，且甚穩定。由不同海拔之試驗結果可知，較高海拔(850m)似對70W04及山藥台農1號塊莖性狀及產量之影響較大。另由品質之比較結果可知，70R01具有較山藥台農1號及70W04爲高之蛋白質、脂肪、粗纖維及灰分成分，其P、Mg、Fe及Ca之含量亦較高，惟塊莖較易褐變且粘度劣變較快，是其缺點。

(關鍵詞：山藥、產量、品質)

前　　言

山藥爲薯蕷科(*Dioscoreaceae*)薯蕷屬(*Dioscorea*)之蔓性植物，爲我國及國際上重要之根莖作物多[3,5,18-20]多。1991年全球山藥之生產量即達23.9×10^6t(16)，係糧食中澱粉及蛋白質之重要供源[14]。薯蕷屬植物共有600多種[4,9,10]，其中約有60種可供食用。所有山藥物種中以*D. alata* L.、*D. rotundata* (L.) Poir.、*D. esculenta* (Lour) Burk.、*D. cayenensis* Lam. 及*D. bulbifera* L.之分佈最廣與利用最大[17]；惟就東亞而言，*D. batatas* Decne. 及*D. japonica* Thunb. 之利用較爲久遠且普遍；而就本省而言，*D. alata* L. (大薯或田薯)、*D. alata* L. var. *purpurea* (Roxb.) M. Pouch. (紫田薯)、*D. japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hay.) Yamamoto (基隆山藥) 及*D. doryophora* Hance(恒春山藥)亦頗具品種與利用特色。這些物種各別含有或多或少之相關品種，種類十分繁雜，以*D. alata*爲例，其品種數即達數千種之多[17]。已命名推廣之山藥品種山藥台農1號，即屬於*D. alata*之優良栽培品種[13]。山藥台農1號具有栽培及採收容易、生長旺盛、適應力强、產量高而穩

定及品質優越之優點，其塊莖大小適中，皮薄、肉厚、色白、多粘液質，含澱粉、蛋白質及多種必需胺基酸，另具礦物元素及維生素等成分，營養價值甚高，可供食用、加工用及藥用[11,13]。其他山藥品種如基隆山藥、恒春山藥、紫田薯及日本引進種[8]等在本省栽培生產也有一段時間，栽培技術正不斷改進，其產量及品質也都有相當不錯的表現，值得繼續研發推廣。

多數山藥品種皆不開花，開花品種則大半皆爲雌雄異株，且多具不稔性，不易進行雜交育種[17]，惟可利用塊莖及零餘子等進行無性繁殖，故本所多年來即致力於山藥種原之蒐集，以篩選優良山藥品系，改進其栽培方法，及開發多元化加工技術與產品[1,2,12]。本所山藥種原之蒐集始自1960年代，至今種原蒐集總數共90種，其中67種屬於白肉山藥系統，23種爲紅肉山藥。由本所歷年山藥品系觀察與比較結果[2,11-13]可知，70W04及山藥台農 1號等22品系爲40個 *D. alata* 之較高產品系，70R01等13品系爲23個 *D. alata* L. var. *purpurea* 之優良品系，其他山藥物種之代表品系如 *D. esculenta* 之71W19、*D. rotundata* 之71W14 、*D. bulbifera* 之71W21、*D. batatas* 之71W20、*D. japonica* 之81W04、*D. pseudo-japonica* 之81W03及 *D. doryophora* 之82W02，皆各具品種特色。以產量及品質來評估上述種原，*D. alata* 之70W04及山藥台農1號同爲白肉山藥類高產質優之代表品系，*D. alata* var. *purpurea* 之70R01爲紅肉山藥類優良之代表品系。

本研究將取用本所山藥各物種之優良品系，比較同一種內及不同種間品系之生產差異，同時將探討不同栽培年度、不同栽培地區及不同海拔對70W04等高產質優三品系塊莖性狀與產量之影響，期能選育更優良山藥品系，及建立更佳栽培技術與模式，供農民生產利用之參考。

材料與方法

(一)材料：

本所已蒐集、保存及評估之90個山藥品系，分別屬於下列各物種：*D. alata* 、*D. alata* var. *purpurea* 、*D. esculenta* 、*D. rotundata* 、*D. bulbi-fera* 、*D. batatas* 、*D. japonica* var. *pseudojaponica* 、*D. doryophora* 及其他 *D.* spp.(表1)。

(二)方法：

D. alata 與 *D. alata* var. *purpurea* 不同品系間及 *Dioscorea* 屬不同種間生產力之比較：以本所現有之(1)40個 *D. alata* 品系中取用山藥台農1號等22品系(表2)；(2)23個7D.alata1 var. *purpurea* 品系中取用70R01等13品系(表3)；及(3) *Dioscorea* 屬已知九個物種中各選定一優良代表品系，即 *D. alata* 之山藥台農1號(Tainung NO.1)、*D. alata* var. *purpurea* 之70R01、*D. esculenta* 之71W19、*D. rotundata* 之71W14、*D. bulbifera* 之71W21、*D. batatas* 之71W20、*D. japonica* 之81W04、*D. pseudojaponica* 之81W03及 *D. doryophora* 之82W02共九品系(表4)。利用上述三組材料之70g薯塊，於1992年在本所農場分別進行品系

間一年生塊莖性狀與產量之比較試驗。種植行株距爲100×30cm，每一品系三行植，行長4m，試驗設計爲RCBD，三重複。肥料用量爲牛糞有機肥5,000kg/ha、化學肥料爲硫酸銨430kg/ha、過磷酸鈣330kg/ha及氯化鉀150 kg/ha。有機肥料之施用將有提高山藥產量之優點[2,7]。1/3量硫酸銨與全量之牛糞、磷肥及鉀肥於整地時混施土中，供作基肥，另兩次氮肥量施於萌芽後2及4個月。試驗區畦面在種植前先覆蓋銀黑色塑膠布，先依株距打洞再種植。試驗期間定期進行中耕除草及病蟲害防治工作，主要防治對象爲炭疽病及紅蜘蛛二類。調查項目爲塊莖長度、寬度、厚度、單株薯粒及薯重，以及公頃產量。

二年生不同山藥品系塊莖性狀與產量之比較：於1991年由 *D. alata* 及 *D. alata* var. *purpurea* 具高產潛力之品系中各選出8品系(表5)，取其塊莖(70g)在本所農場進行爲期兩年之栽培試驗，以比較品系間一、二年生塊莖性狀與產量之差異。種植與施肥方式、田間設計、重複次數、管理工作及調查項目悉如前項。

不同栽培年度對高產山藥品系塊莖性狀與產量之影響：於 1990、1991 及1992 連續三年在台中本所農場進行，取用70W04、70R01及Tainung №1 之70g薯塊爲材料。種植、管理與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目悉如第一項。

不同栽培地區對高產山藥品系塊莖性狀及產量之影響：於1992年在台中本所農場、桃園區農業改良場新屋本場及花蓮區農業改良場吉安本場進行。除桃園場只取用70W04及Tainung №1外，餘皆取用前項三種高產山藥之種薯爲材料。種植、管理與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目悉如第一項。

不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響：於1990年在埔里台糖副產廠農場(600m)及1992年在本所羅娜種原圃(800m)進行，取用上述三種山藥之種薯。種植、管理與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目亦如第一項。

一般成分分析[6]：水分以105℃六小時乾燥法測定。脂肪乃利用Soxhlet裝備以石油醚萃取求得之粗脂肪表示之。粗蛋白質之測定採用semi-micro Kjeldahl 方法，經分解、蒸餾及滴定等步驟計算出總氮量，再換算成粗蛋白質，換算係數爲6.25。粗纖維測定乃樣品經弱酸、弱鹼及酒精處理，於灰化後計算其失重即爲粗纖維。灰分測定乃樣品在600℃燃燒去盡有機物，留下之絕大部分無機物即爲灰分。NFE值爲100減去含水率、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維及灰分之餘值，其內除含少量有機酸外，大部分爲碳水化合物。礦物元素含量測定乃樣品加入三酸混合液即HNO_3：$HClO_4$：H_2SO_4＝4：1：1 (v/v)，靜置後加熱分解、過濾並定量，或樣品加入1 N HCl靜置24小時並過濾，之後皆定量成50ml，並以焰光分析法分析K，以原子吸光法測Ca、S、Mg、Fe、Mn、Cu及Zn，以鉬黃法測P。

粘度與色度之檢定：黏度測定爲取用100g去皮新鮮山藥加3.5倍水後，以果汁機打1分鐘，利用Brookfield viscometer測定10分鐘。色度之測定乃利用日本Tokyo Denshoku公司出品之Color Difference Meter(Model TC-6FX)色差儀，測山藥塊莖肉部之L、a、b值，L值愈大表示愈亮愈白，+a值表示紅色度，負值表示趨於綠色，+b值表示黃色度，負值表示趨於藍色。

上述成分與品質分析過程中，每處理皆隨機取樣適當量3～4重複，調查分析後再以平均值表示之，同時進行變方分析，並利用 LSD 法比較平均值差異之顯著性。

結果與討論

一、山藥重要種原之蒐集與利用：

山藥種類繁多，在基因保藏庫中已知即有8,200件，仍有爲數眾多之相關品種尚待收集[15]。由於多數山藥皆具不孕性，故重要種原之能否順利蒐集，應爲本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。多年以來本所即透過各種管道致力於山藥種原之蒐集工作，至今已由國內外引進90品系，其中以 *D. alata* 最多，有40品系,其次爲 *D. alata* var. *purpurea* 有23品系，*D. esculenta* 有6品系、*D. rotundata* 有5品系、*D. japonica* 有2品系，其他之種原如 *D. bulbifera*、*D. batatas*、*D. pseudojaponica* 及 *D. doryophora* 各只有1品系，此外另有10品系之學名尚待鑑定(表1)。這些種原除了先行繁殖、觀察及進行性狀與產量之調查外，同時另進行開花習性、早熟性、抗病或抗蟲性、成分分析及其他特殊性狀的篩檢工作。在上述物種中，*D. rotundata*、*D. bulbifera*、*D. pseudojaponica* 及 *D. doryophora* 爲少數具開花結果能力之種原，將可供爲雜交育種之材料，以培育具優良性狀之新品種。其他種原經初步篩選與品質分析後，有不少品系具備高產質優特色，可供進一步開發與利用。針對尚待鑑定之種原，本所正利用同功異構酶電泳法，及其他技術如random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers，試行分析鑑定中。

表 1：農業試驗所收集及保存之山藥種原
Table 1：The germplasm of yam (*Dioscorea* spp.) collected and conserved by TARI

Species	Variety & Line(No)	Percentage (%)
D. alata	40	44.4
D. alata var. *purpurea*	23	25.6
D. esculenta	6	6.7
D. rotundata	5	5.6
D. bulbifera	1	1.1
D. batatas	1	1.1
D. japonica	2	2.2
D. japonica var. *pseudojaponica*	1	1.1
D. doryophora	1	1.1
D. spp.	10	11.1
Total	90	100.0

二、*D. alata*不同品系生產力之比較：

在40個*D. alata*品系中，單株塊莖平均收量在400g以上，即公頃產量在13t/ha 以上的有22品系，其一年生塊莖性狀與產量之比較結果列如表2。由表2資料可知，單株平均塊莖收量在1,000g以上的有8品系，收量在800～1,000g的有6品系，在600～800g的2品系，在400～600g的有6品系。收量最高的爲70W04及70W05二品系，依次各有1,244.5及1,213.3g重。單株平均塊莖數目介於1.3～6.0粒之間，以70W13之6粒最多，其次爲70W05之4.3粒及74W01之4.0粒。單粒塊莖平均重量最大的爲70W01(904.9g)、70W16(872.1g)及70W07(871.8g)3品系。塊莖長度在30cm以上的有3品系，在10cm以下的有2品系，其餘17品系介於11～29cm之間。塊莖寬度介於3～14cm之間。在厚度方面則以台農1號之10.2cm最厚，70W16 之9.2cm次之，其他品系介於 3.1～7.8cm之間。在這些*D. alata*品系中，特具生產潛力的爲70W04及70W05二品系，其公頃產量可達 40t/ha 以上，具30t/ha 以上生產力的有山藥台農1號、70W01、70W06、70W07、70W15、70W16、74W01、74W02、74W03及80W01等10品系，其餘有4品系之產量在20t/ha以上，另有6品系之產量較低，惟皆在13.3t/ha以上(表2)，亦較高於1991年世界山藥之平均產量9.39t/ha[16]。

三、*D. alata* L. var. *purpurea*不同品系生產力之比較：

在23個*D. alata* var. *purpurea*品系中，單株平均塊莖收量在300g以上，即公頃產量在10t/ha左右的有13品系；在400g以上的只有 8品系。其一年生塊莖性狀與產量之比較結果列如表3。由表3資料可知，尙無任何品系之單株平均塊莖收量在900g以上，在700g以上的有2品系，500～700g的有3品系，300～500g的有8品系。收量最高的爲70R01之816.4g，其次爲70R08之720.5g。單株平均塊莖數目介於1.0～6.0粒之間，只有77R01之數目爲6粒，其餘品系皆未超過2粒。單粒塊莖平均重量最大的爲70R01及70R08二品系，依次各有628.0及720.5g。塊莖長度皆小於20cm，介於10～19cm的有10品系，其餘3品系在10cm以下。塊莖寬度以70R01之10.8cm最寬，其他品系介於4.2～9.2cm之間。在厚度方面以70R01及80R01二品系之塊莖較厚，在60mm以上，其餘則介於33.4～59.8mm之間。在所有*D. alata* var. *purpurea*中，較具生產潛力的爲70R01及70R08二品系，其公頃產量可達23t/ha以上，其他品系則介於10.01～18.37t/ha之間(表 3)。

表 2：一年生不同 D.alata 品系塊莖性狀與產量之比較

Table 2：Comparison on the characteristics and yield of one-year tubers among different lines of yam (*D. alata*)

Lines	Number (No/pl.)	Weight (g/pl.)	Weight (g/tuber)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
Tainung No.1	2.0^{b*}	1,170.2^{abc}	585.1^{bc}	23.3^{ab}	12.3^{ab}	101.7^{a}	38.62^{abc}
70W01	1.3^{b}	1,176.4^{abc}	904.9^{a}	34.5^{a}	9.8^{abcd}	67.8^{abc}	38.82^{abc}
70W02	2.0^{b}	827.5^{def}	413.8^{cd}	9.0^{ab}	3.2^{e}	31.7^{c}	27.31^{abc}
70W04	2.0^{b}	1,244.5^{a}	622.3^{b}	27.1^{ab}	9.6^{abcd}	62.5^{abc}	41.07^{a}
70W05	4.3^{ab}	1,213.3^{ab}	282.2^{def}	21.5^{ab}	10.6^{abc}	46.6^{abc}	40.04^{ab}
70W06	1.6^{b}	986.7^{abcde}	616.7^{b}	28.1^{ab}	11.0^{abc}	59.2^{abc}	32.56^{bcd}
70W07	1.3^{b}	1,133.3^{abc}	871.8^{a}	31.8^{ab}	11.0^{abc}	62.3^{abc}	37.40^{abc}
70W08	3.0^{ab}	820.0^{def}	273.3^{def}	17.2^{ab}	9.7^{abcd}	61.0^{abc}	27.06^{def}
70W11	2.0^{b}	417.2^{i}	208.6^{f}	13.6^{ab}	8.5^{abcd}	52.5^{abc}	13.77^{i}
70W12	1.3^{b}	480.2^{hi}	369.4^{def}	14.1^{ab}	7.1^{bcd}	41.6^{abc}	15.85^{hi}
70W13	6.0^{a}	795.0^{efg}	132.5^{f}	14.7^{ab}	6.2^{cd}	40.7^{bc}	26.24^{efg}
70W15	3.6^{ab}	1,073.3^{abcd}	298.1^{def}	29.0^{ab}	10.6^{abc}	63.2^{abc}	35.42^{abc}
70W16	1.3^{b}	1,133.7^{abc}	872.1^{a}	20.6^{ab}	13.5^{a}	92.0^{ab}	37.41^{abc}
70W18	2.6^{ab}	460.5^{i}	177.1^{f}	8.6^{b}	7.3^{bcd}	42.5^{abc}	15.20^{hi}
70W20	2.0^{b}	403.1^{i}	201.6^{ef}	32.1^{ab}	4.5^{d}	28.9^{c}	13.30^{i}
70W21	3.3^{ab}	560.0^{fghi}	169.7^{f}	13.8^{ab}	7.1^{bcd}	46.0^{abc}	18.48^{ghi}
74W01	4.0^{ab}	943.3^{bcde}	235.8^{def}	11.5^{ab}	8.5^{abcd}	77.4^{abc}	31.13^{cde}
74W02	3.0^{ab}	970.0^{abcde}	323.3^{def}	28.0^{ab}	10.8^{abc}	69.2^{abc}	32.01^{bcd}
74W03	1.6^{b}	1,068.4^{abcd}	667.8^{b}	24.1^{ab}	11.8^{abc}	75.2^{abc}	35.26^{abc}
77W03	1.5^{b}	530.0^{ghi}	353.3^{def}	16.5^{ab}	7.0^{bcd}	50.5^{abc}	17.49^{hi}
80W01	2.3^{ab}	920.0^{cde}	400.0^{cde}	26.0^{ab}	9.8^{abcd}	59.9^{abc}	30.36^{cde}
81W10	2.6^{ab}	723.3^{efgh}	278.2^{def}	22.6^{ab}	7.5^{bcd}	61.3^{abc}	23.87^{fgh}

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 3: 一年生不同 D.alata var. purpurea 品系塊莖性狀與產量之比較

Table 3: Comparison on the characteristics and yield of one-year tubers among different lines of yam (*D. alata* var. *purpurea*)

Lines	Number (No/pl.)	Weight (g/pl.)	Weight (g/tuber)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
70R01	1.3^{b*}	816.4^{a}	628.0^{a}	18.2^{ab}	10.8^{a}	64.2^{a}	26.94^{a}
70R02	1.7^{b}	356.6^{cd}	209.8^{bc}	11.7^{de}	8.8^{a}	54.0^{abcd}	11.77^{cd}
70R04	2.0^{b}	440.0^{cd}	220.0^{bc}	12.5^{cde}	8.8^{a}	49.4^{cde}	14.52^{cd}
70R06	2.0^{b}	556.7^{bc}	278.4^{bc}	19.0^{a}	6.8^{a}	59.8^{abc}	17.66^{bcd}
70R07	1.7^{b}	306.5^{d}	180.3^{c}	8.4^{e}	5.0^{a}	33.4^{g}	10.11^{d}
70R08	1.0^{b}	720.5^{ab}	720.5^{a}	17.5^{abc}	6.0^{a}	52.5^{bcd}	23.78^{ab}
70R09	1.0^{b}	498.8^{cd}	498.0^{ab}	13.2^{bcde}	7.5^{a}	55.1^{abc}	16.46^{bcd}
74R01	1.0^{b}	316.2^{d}	316.2^{bc}	8.5^{e}	6.7^{a}	44.3^{def}	10.43^{d}
77R01	6.0^{a}	556.7^{bc}	92.8^{c}	17.6^{abc}	5.6^{a}	40.6^{ef}	18.37^{bc}
79R01	1.7^{b}	319.7^{d}	188.1^{c}	9.5^{e}	7.3^{a}	37.6^{f}	10.55^{d}
79R02	2.0^{b}	303.4^{d}	151.7^{c}	12.7^{cde}	4.2^{a}	37.4^{f}	10.01^{d}
80R01	1.7^{b}	493.3^{cd}	290.2^{bc}	12.7^{cde}	9.2^{a}	61.0^{ab}	16.28^{bcd}
80R02	1.7^{b}	546.7^{bc}	321.6^{bc}	16.2^{abcd}	8.2^{a}	59.5^{abc}	18.04^{bc}

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

四、*Dioscorea*不同種間生產力之比較：

在九種山藥物種之代表品系中，單株平均塊莖收量在1,000g以上的只有*D. alata*之山藥台農1號，配合其田間成活率為100%，故公頃產量高達38.62t/ha。單株平均塊莖收量在800～1,000g的有*D. purpurea*之70R01 (816.4g)及*D. esculenta*之71W19(890.3g)二品系。單株平均塊莖收量在600～800g者有3品系，即*D. bulbifera*之71W21 (766.7g)、*D. rotundata*之71W14(670g)及*D. japonica*之81W04(610g)，以後者之收量較低，且田間成活率亦低於前二者，故其公頃產量低於18t/ha。單株塊莖平均收量在400g以下的為*D. pseudojaponica*之81W03(375g)、*D. batatas*之71W20(200g)及*D. doryophora*之82W02(132.3g)，*D. doryophora*在台中試區之表現不佳，不但收量最低,且其田間成活率只有60.7%，故只有2.65t/ha之產量。在塊莖數目方面各物種間之差異不大，介於1.0～2.0粒之間。在塊莖長度方面則反之，各物種間之差異明顯，尤以*D. doryophora*之塊莖最長，達82.9cm，*D. pseudojaponica*及*D. japonica*次之，各有50cm及43.6cm之長度，長度在30cm以上者尚有*D. batatas*，其餘則介於13.0～23.3cm之間。在塊莖寬度方面以71W19、71W21及山藥台農 1號較寬，共有4品系達10cm以上，其餘則介於2.6～7.8cm之間。在塊莖厚度方面以*D. alata*及*D. bulbifera*的最厚，達100mm以上，*D. esculenta*次之，而以*D. doryophora*最薄，只有15.4mm。比較各物種參試品系在台中地區之生產力，以*D. alata*之產量最高，有38t/ha以上之生產力。具備20～30t/ha生產力的有*D. esculenta*、*D. purpurea*、*D. bulbifera*及*D. rotundata*四種。具備10～20t/ha生產力的有*D. japonica*及*D. pseudojaponica*。產量在6t/ha以下的為*D. batatas*及*D. doryophora*(表4)。

五、二年生山藥不同品系生產力之比較：

以8個*D. alata*品系及8個*D. alata* var. *purpurea*品系於第一年栽培後不採收，利用宿根方式進行二年期之生長與發育。這些品系二年生塊莖性狀與產量之比較結果列如表5。在8個*D. alata*品系中山藥台農1號、70W04及70W08三品系之單株塊莖平均收量達1,200g以上,公頃產量可達40t/ha以上。單株塊莖平均收量在800g以上者為70W11，公頃產量為26.6t/ha。公頃產量在20t/ha以上的尚有70W12及81W10二品系，其單株塊莖平均收量依次為680及660g。70W18及77W03二品系二年生單株塊莖平均收量最小，故公頃產量亦低。比較表5及表2之結果可知，上述8個*D. alata*不同品系二年生塊莖平均公頃產量為28.51t/ha，較其一年生平均產量24.12t/ha增產18.2%。品系間增產率最高的為70W11之93.0%，其次為70W08之53.3%及70W12之41.6%，70W18為16.5%，山藥台農1號及70W04之增幅不大，依次為5.5%及 3.2%，而77W03及81W10則為負成長，增幅不大及負成長者不值得進行二年生栽培。在8個*D. alata* var. *purpurea*品系中有4品系之生產力在20t/ha以上，另4品系則介於12.1～17.7t/ha之間(表5)。比較表5及表3之結果可知，此8品系二年生塊莖之平均產量為19.30t/ha，較其一年生平均產量15.52t/ha增產24.4%。品系間增產率最高的為70R02及

79R01二品系，皆達1倍以上。70R01則為負成長，減產率達12.4%。其他品系之增產率介於6.8～22.0%之間。比較二年生*D. alata* 及 *D. alata* var. *purpurea* 之塊莖性狀可知，以前者之單株平均粒數較多，塊莖較長、較寬且較厚。

表4：薯蕷屬不同山藥品系塊莖性狀與產量之比較
Table 4: Comparison on the characteristics and yield of one-year tubers among different species of yam (*Dioscorea* spp.)

Species & Lines	Weight (g/pl.)	Number (No/pl.)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Survival (%)	Yield (t/ha)
D. alata							
(Tainung No.1)	1,170.2^{a*}	2.0^{a}	23.3^{bc}	12.3^{a}	101.8^{a}	100.0^{a}	38.62^{a}
D. alata var. *purpurea*							
(70R01)	816.4^{ab}	1.3^{a}	18.2^{bc}	10.8^{ab}	64.2^{bc}	100.0^{a}	26.94^{ab}
D. esculenta							
(71W19)	890.3^{ab}	2.0^{a}	18.2^{bc}	14.1^{a}	82.5^{ab}	100.0^{a}	29.38^{ab}
D. rotundata							
(71W14)	670.0^{bc}	1.0^{a}	20.0^{bc}	7.5^{bc}	69.7^{b}	100.0^{a}	22.11^{bc}
D. bulbifera							
(71W21)	766.7^{b}	1.0^{a}	13.0^{c}	14.0^{a}	100.4^{a}	100.0^{a}	25.30^{ab}
D. batatas							
(71W20)	200.0^{d}	1.2^{a}	30.7^{bc}	6.3^{bcd}	39.8^{d}	85.7^{ab}	5.66^{d}
D. japonica							
(81W04)	610.0^{bc}	1.5^{a}	43.6^{bc}	7.8^{bc}	45.7^{cd}	85.7^{ab}	17.25^{bcd}
D. pseudojaponica							
(81W03)	375.0^{cd}	1.3^{a}	50.0^{b}	5.3^{cd}	43.8^{d}	96.4^{ab}	11.93^{cd}
D. doryophora							
(82W02)	132.3^{d}	1.0^{a}	82.9^{a}	2.6^{d}	15.4^{d}	60.7^{b}	2.65^{d}

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 5: 二年生不同山藥品系塊莖性狀與產量之比較
Table 5: Comparison on the characteristics and yield of two-year tubers among different lines of *D. alata* and *D. alata* var. *purpurea*

Lines	Weight (g/pl.)	Number (No/pl.)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
			A. *D. alata*			
Tainung No.1	1,234.6a*	2.3bc	24.2b	13.0a	97.8a	40.74ab
70W04	1,284.5a	3.0a	34.0a	9.1a	64.9bc	42.39a
70W08	1,256.7a	2.3bc	24.0b	11.2a	74.9b	41.47ab
70W11	805.0b	3.5a	14.5c	8.5a	52.5cd	26.57bc
70W12	680.2bc	2.0bc	14.7c	8.2a	43.2d	22.45c
70W18	536.7bc	2.7b	11.5c	7.3a	45.3d	17.71c
77W03	453.1c	1.3c	15.3bc	6.8a	45.8d	14.95c
81W10	660.2bc	2.3bc	20.0bc	6.5a	59.4bcd	21.79c
			B. *D. alata* var. *purpurea*			
70R01	726.4a	1.3b	17.5a	11.2a	59.8a	23.97abc
70R02	790.0a	2.3a	16.0a	8.0ab	55.8a	26.07a
70R04	476.7c	2.3a	14.5ab	9.8ab	52.7ab	15.73cd
70R07	367.6c	2.0ab	10.2b	3.5b	37.4bc	12.13d
70R08	770.0a	1.0b	17.5a	9.5ab	54.6a	25.41ab
70R09	535.1bc	1.0b	12.3ab	5.7ab	55.1a	17.66bcd
79R01	634.3b	2.3a	16.2a	5.3ab	42.3bc	21.23abc
79R02	370.0c	2.0ab	13.0ab	4.5b	35.9c	12.21d

* Means followed by the same letter within the column of each species are not significantly different at 5% level by the LSD test.

六、不同栽培年度及地區對高產山藥品系生產力之影響：

不同栽培年度及不同栽培地區對高產山藥三品系(即*D. alata* 之山藥台農1號與70W04及*D. alata* var. *purpurea* 之70R01)塊莖性狀及產量之影響結果列如表6及7。1990年70W04之塊莖長度達24.8cm，與其他二品系之差異顯著。其寬度6.4cm及厚度5.4cm雖與山藥台農1號相當，但皆明顯小於70R01。70W04每株塊莖之平均粒數爲2.4粒,較少於山藥台農1號，但多於70R01。單株塊莖收量及田間成活率以山藥台農1號及70W04最高，二者之公頃產量可達31t/ha以上，明顯高於70R01。紅肉之70R01單株收量爲861g，但田間成活率偏低，只有78.2%(表6)。

1991年70W04之塊莖長達22.4cm，而塊莖寬度及厚度卻最小，單株粒數爲1.6粒，由於單

株塊莖收量高達1,064g，且田間成活率爲94.5%，故公頃產量可達33.52t/ha。山藥台農1號之單株塊莖收量亦不低(964g)，雖略低於70W04，但因田間成活率較高，故兩者公頃產量之差異不顯著。70R01之單株粒數最低，只1.3粒，其單株塊莖收量雖較低於1990年，但田間成活率則高出11.1%，故公頃產量較1990年爲高，惟仍顯著低於70W04及山藥台農1號。

1992年山藥台農1號有較大之寬度及厚度，70W04塊莖性狀之表現與前二年略同，70R01塊莖之長度、寬度及厚度則偏低。在單株平均粒數方面仍以山藥台農1號最多。70W04及山藥台農1號在單株塊莖收量、田間成活率及公頃產量三方面之表現甚佳，公頃產量依次爲32.43t/ha及31.60t/ha。此二品系由1990至1992三年間在台中地區之產量表現皆甚高而穩定。70R01之產量則較不穩定，在1992年之產量只爲6.53t/ha，主因在於單株收量偏低，及甚差之田間成活率，此二不利現象在以往並不如是嚴重，1992年70R01 有較嚴重之病蟲爲害，或爲原因之一。

1992年70W04及山藥台農1號在其他二地區(桃園及花蓮)塊莖長度、寬度及厚度之表現較台中爲優。70W04在桃園之產量33.03t/ha略高於山藥台農1號，在花蓮由於單株收量及田間成活率略低,致其公頃產量27.63t/ha顯著低於山藥台農1號。山藥台農1號之公頃產量在此二地區都相當高，花蓮區產量達34.75t/ha，桃園區爲32.47t/ha。70R01在花蓮區之單株塊莖收量高達1,150g，雖其田間成活率只爲75.6%，仍有29t/ha之生產潛力(表7)。

綜合比較表6及表7之結果可知，在1990至1992三個栽培年度及台中、桃園與花蓮三個不同地方，70W04及山藥台農1號之平均公頃產量依次爲31.54及33.18t/ha，甚爲高產，70R01則爲20.53t/ha(後者未參加桃園地區試驗)。比較三品系在三個栽培年度及三個地方之產量穩定性，以70W04與山藥台農一號較佳，其產量變異係數分別爲7.5%及5.86%，皆低於10%，而最高產量與最低產量之差分別爲5.89t/ha及4.34t/ha。紅肉品系70R01產量表現較不穩定，最高與最低產量差達22.45t/ha，變異係數亦高達47.42%。

七、不同海拔對高產山藥品系生產力之影響：

不同海拔對三種高產山藥塊莖性狀與產量之影響結果列如表8。塊莖長度仍以70W04較高，山藥台農1號則最小，70R01之塊莖長度雖介於其中，卻具有最大的寬度及厚度。在單株塊莖平均收量方面，1990年埔里地區以70W04之538g表現較佳，產量爲15.55t/ha。山藥台農1號之單株收量只392g，雖有最高田間成活率，產量只爲13.07t/ha，次於70W04。在1992年羅娜地區以紅肉之70R01表現最佳，單株塊莖收量爲593g，公頃產量爲13.72t/ha。海拔所形成之環境變化對參試山藥塊莖產量之影響甚大，對*D. alata* 山藥品系之影響尤甚，海拔愈高產量愈低，可能與其源自熱帶地區不喜低溫有關。

表 6. 台中地區不同栽培年度對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 6. Effect of different cultivation years on the characteristics and yield of tuber among three yam genotypes at Taichung area

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
			A. 1990				
70W04	24.8a*	6.4b	5.4b	2.4b	932ab	100.0a	31.07a
70R01	15.6b	12.2a	7.5a	1.2c	861b	78.2b	22.44b
Tainung No.1	16.2b	7.4b	5.6b	3.2a	1,071a	100.0a	35.70a
			B. 1991				
70W04	22.4a	8.6b	5.8b	1.6b	1,064a	94.5a	33.52a
70R01	13.2b	10.8a	6.4b	1.3ab	812b	89.3b	24.17b
Tainung No.1	14.6b	9.7ab	8.6a	2.8a	964a	97.6a	31.36a
			C. 1992				
70W04	22.7a	6.3b	3.8b	2.0b	973a	100.0a	32.43a
70R01	12.0b	5.3b	3.9b	1.3b	350b	56.0b	6.53b
Tainung No.1	13.2b	8.3a	6.8a	3.1a	948a	100.0a	31.60a

* Means followed by the same letter within the column of each year are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 7. 不同栽培地區對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 7. Effect of various locations on the characteristics and yield of tuber among different yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
			A. Taichung area				
70W04	22.7a*	6.3b	3.8b	2.0b	973a	100.0a	32.43a
70R01	12.0b	5.3b	3.9b	1.3b	350b	56.0b	6.53b
Tainung No.1	13.2b	8.3a	6.8a	3.1a	948a	100.0a	31.60a
			B. Tauyuan area				
70W04	25.7a	9.4a	7.3b	2.8a	991a	100.0a	33.03a
Tainung No.1	18.5b	10.1a	9.3a	2.5a	974a	100.0a	32.47a
			C. Hualien area				
70W04	28.5a	10.1a	5.8b	1.3b	910b	91.1a	27.63b
70R01	16.3b	11.2a	7.5a	1.8ab	1,150a	75.6b	28.98b
Tainung No.1	15.6b	10.1a	8.8a	2.3a	1,066a	97.8a	34.75a

* Means followed by the same letter within the column of each location are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表8. 不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響
Table 8. Effect of different altitudes on the characteristics and yield of tuber among three yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
			A. 600m (Puli, 1990)				
70W04	20.9 ^{a*}	6.2 ^{b}	3.1 ^{b}	1.5^{b}	538^{a}	86.7^{b}	15.55^{a}
70R01	14.5 ^{b}	10.9 ^{a}	6.8 ^{a}	1.2^{b}	428^{b}	86.7^{b}	12.37^{b}
Tainung No.1	11.9 ^{b}	6.1 ^{b}	6.4 ^{a}	2.3^{a}	392^{b}	100.0^{a}	13.07^{b}
			B. 800m (Lona, 1992)				
70W04	20.07^{a}	7.06^{b}	3.19^{b}	1.9^{a}	510^{ab}	63.8^{a}	10.85^{b}
70R01	15.29^{b}	11.24^{a}	7.02^{a}	1.1^{b}	593^{a}	69.4^{a}	13.72^{a}
Tainung No.1	13.25^{b}	6.47^{b}	6.79^{a}	1.9^{a}	449^{b}	69.3^{a}	10.37^{b}

* Means followed by the same letter within the column of each altitude are not significantly different at 5% level by the LSD test.

八、高產山藥品系一般成分與礦物元素含量之比較：

三種高產山藥塊莖乾粉一般成分之比較結果列如表9。三品系塊莖乾粉之含水率皆在11%以上。蛋白質含量以70R01之14.58%最高，其次爲70W04之13.32%及山藥台農1號之12.26%。粗脂肪含量亦以70R01之0.93%顯著高於70W04及山藥台農1號。在粗纖維及灰分方面以70R01之含量最高，其次爲山藥台農1號，最小爲70W04。在無氮抽出物(NFE)方面，則品系間之差異不明顯。由上述結果可知，70R01含最高量之蛋白質、脂肪、粗纖維及灰分，營養價值似高於白肉之70W04及山藥台農1號。

在塊莖乾粉礦物元素含量之比較方面，70R01含P量最高，達203mg/100g，明顯高於70W04及山藥台農1號。70W04之含K量明顯低於70R01及山藥台農1號，山藥台農1號含K量高達1,826mg/100g。在Ca含量方面以70R01及山藥台農1號明顯較高於70W04。70W04含最高量之S，達128mg/100g，顯著高於70R01及山藥台農1號。70W04之Mg含量60.7mg/100g只略高於山藥台農1號，但明顯低於70R01之72.8mg/100g。三種高產山藥在Fe、Mn、Cu及Zn四種微量元素之含量都偏低，其中70R01含Fe量較高，其Cu含量則偏低。山藥台農1號含Mn及Zn略高，惟量甚低(表10)。由上述結果可知，相對於70W04及山藥台農1號，70R01品系較富含四種礦物元素，即P、Ca、Mg及Fe。

表 9. 山藥塊莖乾粉之一般成分比較
Table 9. Comparison on the gross composition of dried tuber powder among three yam genotypes

Genotype	H_2O	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	NFE**
	%					
70W04	11.71[a*]	13.32[b]	0.75[b]	1.50[c]	2.91[b]	69.81[a]
70R01	11.08[a]	14.58[a]	0.93[a]	2.30[a]	4.10[a]	67.01[a]
Tainung No.1	11.46[a]	12.26[b]	0.73[b]	1.98[c]	3.06[b]	70.51[a]

* Means followed by the same letter within the column are not significantly different at 5% level by the LSD test.
** NFE=nitrogen free extract.

表 10. 山藥塊莖乾粉之礦物元素含量比較
Table 10. Comparison on the element contents of dried tuber powder among three yam genotypes

Genotype	P	K	Ca	S	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	mg/100g								
70W04	187[b*]	1,391[c]	31.6[b]	128[a]	60.7[b]	4.1[b]	0	0.8[a]	1.2[b]
70R01	203[a]	1,660[b]	70.2[a]	110[b]	72.8[a]	6.0[a]	0	0.5[b]	1.4[b]
Tainung No.1	188[b]	1,826[a]	74.8[a]	115[b]	58.0[b]	3.1[b]	0.5	0.9[a]	2.1[a]

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

九、高產山藥品系塊莖肉部色度與粘度之比較：

三種高產山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間之調查結果列如表11。經過48小時後70W04及山藥台農1號之L值(明亮度)呈下降趨勢，而70R01則反之，呈上升現象。三次測值之平均L值以70W04之76.76最高，其肉色較白較佳，次爲山藥台農1號之71.61，70R01只爲46.18。三品系中以70R01之平均a值10.42最高，平均b值3.25最低，表示其肉色偏紅且略帶藍色。塊莖在削皮後10分內即呈明顯顏色褐變者爲70R01，其他品系於30分內未見顏色褐變情形(表11)。三種高產品系中白肉山藥之a值皆隨時間之增加升高，表示其塊莖肉色轉趨紅色，而紅肉山藥70R01之a值則隨時間增加而呈現下降之趨勢。三品系之b值變化皆隨時間增加而上升，表示塊莖肉質顏色皆有變黃之趨勢，其中以70R01之b值增加較大，此應與其較易褐變有關。高產山藥三品系塊莖肉質部分之粘度變化結果列如表12。最初之粘度值以70R01最大。在48小時內粘度呈上升趨勢的爲70W04，70R01則呈驟降現象，山藥台農1號之粘度變

化較爲穩定。48小時至72小時內70W04及山藥台農1號之粘度皆呈下降趨勢，而70R01則略上升。比較剛削皮時及削皮後三天平均粘度之大小，前者以70R01最高，後者則以70W04最高。

表 11. 山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間
Tab 11. Colour changes of tuber flesh and browning time among three yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Colour change L	a	b	Browning (min)
	0	79.48	-5.70	10.03	
	24	75.98	-5.28	12.31	
70W04	48	74.81	-4.72	16.19	
	Average	76.76	-5.23	12.84	>30
	0	40.12	12.80	-2.81	
	24	47.83	11.70	3.53	
70R01	48	50.60	6.75	9.04	
	Average	46.18	10.42	3.25	<10
	0	75.25	-5.52	9.83	
	24	70.32	0.58	9.88	
Tainung No.1	48	69.27	2.17	10.72	
	Average	71.61	-0.92	10.14	>30

表 12. 山藥塊莖肉質部分之粘度比較
Tab 12. Comparison on viscosity of tuber flesh within 72 hours of peeling off the skin among three yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Viscosity (centipoise)
	0	147
	24	210
70W04	48	230
	72	168
	Average	189
	0	486
	24	47
70R01	48	34
	72	90
	Average	164
	0	158
	24	155
Tainung No.1	48	177
	72	156
	Average	162

結　　論

優良山藥種原之引進為本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。在本所現有之90品系中，*D. alata* 種原一般較具高產質優潛力，而在營養品質方面，以屬於 *D. alata* var. *purpurea* 之70R01表現甚佳，其他種原由於各具品種及利用特色，亦值得繼續篩選、評估、分析與比較，以開發新品種、改進栽培與加工技術及開發多元化產品，提高山藥之利用價值。

誌　　謝

本研究承蒙行政院農業委員會補助部分經費，及協助引進部分種原，於試驗進行期間承蒙桃園區農業改良場龔財立與姜金龍兩位先生、花蓮區農業改良場黃鵬課長、台糖埔里副產廠蔡榮輝課長及本所陳盛彰先生等工作同仁之協助，謹致由衷之謝意。

參考文獻

1. 山藥促銷與編輯小組，1993. 山藥之利用與栽培。台灣省農業試驗所及花蓮區農業改良場編印，台中縣及花蓮縣。
2. 王昭月，賴永昌，譚增偉，劉新裕，1992. 山藥之生產促進及省工栽培研究。中華農業研究，41：43-52。
3. 行政院衛生署中藥典範編輯委員會，1985. 山藥。中華民國中藥典範第一輯。pp：577-579及660-664。
4. 那琦，甘偉松，楊榮季，1978. 台灣產藥材之生藥學研究(IV)台灣產零餘子之生藥學研究。中國醫藥學院研究年報，9：330-375。
5. 林俊清，1986. 山藥。新編生藥學（第I集）。高雄醫學院出版，高雄市. pp：116-123。
6. 畜產試驗所，1987. 飼料化驗分析技術手冊。台灣省畜產試驗所編印。
7. 張進益，1988. 山藥。經濟植物集。豐年社出版，pp：44-49。
8. 彭德昌，1988. 利用塑膠管栽培長形山藥。豐年社出版，豐年38：49-52。
9. 劉棠瑞，黃增泉，1962，台灣之薯蕷屬植物。Botanical Bulletin of Academia Sinica第三卷, 台北市。
10. 劉棠瑞，黃增泉，1978. Dioscoreaceae薯蕷科。 Flora of Taiwan. pp：100-109。
11. 劉新裕，1989. 千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究，38：312-325。
12. 劉新裕，呂秀英，王昭月，賴永昌，1990. 環境因子對山藥生長與產量之影響。中華農業研究，39：287-296。
13. 劉新裕，王昭月，徐原田，段中漢，1992. 山藥台農1號之育成。中華農業研究，41：140-158。

14. Bradbury, J. H. and W. D. Holloway, 1988. Chemistry of Tropical Root Crops. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. pp：27-98.

15. Chang, T. T., 1992. Availability of plant germplasm for use in crop improvement. In：Plant breeding in the 1990s. H. T. Stalker and J. P. Murphy (eds.). C. A. B. International, Qxon. pp：17-35.

16. FAO Quarterly Bulletin of Statistics. 1993. FAO Publication. vol. 6 No. 2.

17. Martin, F. W., 1976. Tropical yams and their potential series. Part 1：*Dioscorea esculenta*。 Part 2：*D. bulbifera*。 Part 3：*D. alata*。Part 4：*D. rotundata* and *D. cayenensis* USDA Agriculture Handbook No. 457, 466, 495 and 502, respectively.

18. Onwueme, I. C., 1978. Origin, classification, and growth cycle of the yam plant. The Tropical Tuber Crops. Pitman Press, New York. pp:3-16.

19. Tindall, H. D. 1983. *Dioscoreaceae* Vegetable in the Tropics. Macmillan Press, London. pp：201-224.

20. Yamaguchi, M. 1983. Yam. World Vegetable. AVI Publishing Company. U. S. A. pp：139-147.

討　論

問：目前用作中藥之山藥是什麼品種，*D. alata* 品系產量較高是否也含藥用成分可作藥用。

席裕鏡(中興大學農藝系)

答：目前用作中藥之山藥品種為*D. opposita* Kunth (即*D. batatas* Decne.)其他亦可供醫藥用途者有*D. mexicana D. composita* 及*floribunda* 等。*D. alata* 品系之優點如下：性狀表現甚佳，產量高而穩定及營養價值甚高，其足可供作健康保健食品，藥用方面至少似有降血醣之效果（本所與高雄醫藥學院山藥合作試驗之初步結，尚未發表）。

Studies on the Production and Quality of Yam (Dioscorea spp.)

S. Y. Liu, J. Y. Wang, L. M. Song, and Y. T. Shyu
Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The introduction of superior germplasm is essential to the varietal improvement, production, and utilization of yam in Taiwan. A total of 90 genotypes including 40 of *D. alata* , 23 of *D. alata* var. *purpurea* , 6 of *D. esculenta* , 5 of *D. rotundata* , and 1 of *D. bulbifera* have been collected, propagated, and evaluated by Taiwan Agricultural Research Institute. The two most productive yam genotypes, 70W04 and 70W05, with yield potential over 40 t/ha, belong to *D. alata* , Ten genotypes (including Tainung No. 1) and 4 genotypes (including 70W02) of *D. alata* also possessed yield potential higher than 30 and 20 t/ha, respectively. The average yield of *D. alata* var. *purpurea* genotypes 70R01 and 70R08 in the field experiment was over 23 t/ha, The representative and productive genotypes of the other yam species include 70W19 of *D. esculenta* , 70W14 of *D. rotundata* , and 70 W21 of *D. bulbifera* , with mean yield of 29. 4, 22.1 and 25.3 t/ha, respectively. Field experiments had been conducted ofr three consecutive years at Taichung area and at three different locations in 1992 to investigate the agronomic and yield performance of genotypes Tainung No. 1, 70W04, and 70R01. Both 70W04 and Tainung No. 1 had high and stable yield with average tuber yield over 31 t/ha. Cultivation at high altitude showed a more detrimental effect on 70W04 and Tainung No. 1 than on 70R01. Despite the easier browning and faster decrease in viscosity, chemical analysis indicated the superior nutritional quality of 70R01 tubers by its higher contents of protein, fat, fiber, total ash, and mineral elements of P, Mg, Fe, and Ca, as compared to the other two genotypes.

(Key words : Yam(*Dioscorea* spp.), yield, quality.)